

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

G01R 33/032



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 95196247.7

[43]公开日 1997 年 10 月 29 日

[11] 公开号 CN 1163665A

[22]申请日 95.12.8

[30]优先权

[32]94.12.23[33]DE[31]P4446425.8

[86]国际申请 PCT/DE95/01764 95.12.8

[87]国际公布 WO96/20411 德 96.7.4

[85]进入国家阶段日期 97.5.15

[71]申请人 西门子公司

地址 联邦德国慕尼黑

[72]发明人 托马斯·勃塞尔曼 彼得·门克

[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所

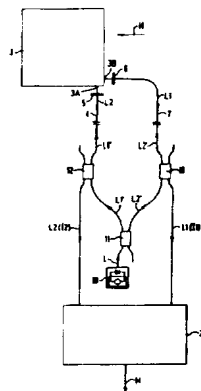
代理人 杨 梧

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 利用法拉第效应、带有对强度变化和温度影响进行补偿的测量磁场的方法和装置

[57]摘要

一种利用法拉第效应，带有对强度变化和温度影响进行补偿的测量磁场的方式和装置，两个光信号（L1'，L1，L2'，L2）以相逆的环绕方向穿过由第一多模光纤（4）、第一偏振器（5）、法拉第探测装置（3）、第二偏振器（6）和第二多模光纤（7）构成的串联线路。调整两个偏振器（5，6）的偏振轴分别与探测装置（3）中的线性双折射的固有轴所形成的偏振器角 η 及 θ ，其中 $\cos(2\eta+2\theta) = -2/3$ 。求出穿过串联线路的两个光信号（L1，L2）的光强度（I1，I2）的两个线性函数的商作为测量信号（M）。



权 利 要 求 书

1. 一种用具有法拉第效应特性的探测装置(3)测量磁场(H)的方法, 其中

5 a)第一光信号(L1)穿过由第一光传输线路(4)、第一偏振器(5)、探测装置(3)、第二偏振器(6)和第二光传输线路(7)构成的光串联线路,

b)第二光信号(L2)以与第一个光信号(L1)的穿过方向相反方向穿过该光串联线路,

10 c)第一偏振器(5)的偏振轴(P1)对应于探测装置(3)内的线性双折射的固有轴(EA)进行偏转一个第一偏振器角 η 的调整, 其中两个偏振器角 η 和 θ 至少接近满足关系式

$$\cos(2\eta + 2\theta) = -2/3$$

并且

15 d)求出磁场(H)的测量信号(M), 该测量信号等于分别穿过光串联线路的两个光信号(L1, L2)的光强度(I1, I2)的两个线性函数的商((a · I1 + b · I2 + c)/(d · I1 + e · I2 + f)).

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其中测量信号(M)同两个光强度(I1, I2)的差与和的商((I1 - I2)/(I1 + I2))成比例。

3. 如权利要求 1 所述的方法, 其中测量信号(M)与两个光强度(I1, I2)的商(I1/I2 或 I2/I1)成比例。

20 4. 如上述任一项权利要求所述的方法, 其中这样调整两个偏振器(5, 6)的偏振轴(P1, P2)与探测装置(3)的线性双折射的固有轴(EA)所形成的两个偏转器角 η 和 θ , 使之至少近似满足

$$\sin(2\theta - 2\eta) = \pm 1.$$

25 5. 如上述任一项权利要求所述的方法, 其中对电流(I)的磁场(H)进行测量并且将测量信号(M)作为电流(I)的量度。

6. 一种测量磁场(H)的装置, 其具有

a)一条由第一光传输线路(4)、第一偏振器(5)、一个具有法拉第效应特性的探测装置(3)、第二偏振器(6)和第二光传输线路(7)构成的光串联线路,

30 b)用于发送两个相互反向穿过串联线路的光信号(L1, L2)的器件(10, 11, 12, 13), 和

c)用于推导出磁场(H)测量信号(M)的计算器件(20), 该测量信号与分别穿

过光串联线路的两个光信号(L1, L2)的光强度(I1, I2)的两个线性函数的商
((a · I1 + b · I2 + c)/(d · I1 + e · I2 + f))相符, 其中

- d)第一偏振器(5)的偏振器轴(P1)相对于探测装置(3)中的双折射的固有轴(EA)偏转一个第一偏振角 η 并且第二偏振器(6)的偏振轴(P2)相对于该固有轴(EA)偏转一个第二偏振器角 θ 并且两个偏振器角 η 和 θ 至少近似满足关系式
- $$\cos(2\eta + 2\theta) = -2/3.$$

7. 如权利要求 6 所述的装置, 其中两条光传输线路(4, 7)由多模光导
线构成。

8. 如权利要求 6 或 7 所述的装置, 其中计算器件(20)推导出测量信号
10 (M), 该测量信号同两个光强度(I1, I2)的差与和的商((I1 - I2)/(I1 + I2))成
比例。

9. 如权利要求 6 或 7 所述的装置, 其中计算器件(20)推导出测量信号
(M), 该测量信号与两个光强度(I1, I2)的商(I1/I2 或 I2/I1)成比例。

10. 如权利要求 6 至 9 中任一项所述的装置, 其中两个偏振器(5, 6)的
15 偏振轴(P1, P2)与探测装置(3)中线性双折射的固有轴(EA)所形成的偏振器
角 η 和 θ 至少近似依照关系式

$$\sin(2\theta - 2\eta) = \pm 1$$

进行调整。

11. 如权利要求 6 至 10 中任一项所述的装置, 其中在电流(I)的磁场(H)
20 中设置探测装置(3)并且计算器件(20)推导出作为电流(I)量度的测量信号
(M)。

说明书

5 利用法拉第效应、带有
对强度变化和温度影响
进行补偿的测量磁场
的方法和装置

本发明涉及一种测量磁场的方法和装置。

10 已知利用磁光法拉第效应测量磁场的光学测量装置和测量方法。所谓的
法拉第效应系指直线偏振光受磁场影响其偏振平面产生旋转。旋转角与光线
在磁场中所经过的总路程成比例，以所谓的费尔德(Verdet)常数作为比例常
数。费尔德常数通常取决于材质、温度和波长。在磁场中设置用于测量磁场的
由诸如玻璃等透光材料制成的法拉第 - 探测装置。磁场促使由法拉第 - 探
15 测装置发送的直线偏振光作一旋转角度的偏转，对该旋转角度可作为测量信
号加以计算。已知这种磁光测量方法和测量装置在电流测量中得到应用。为
此，法拉第探测装置被设置在导线附近并对由导线中的电流产生的磁场进行
检定。通常法拉第探测装置环围导线，从而使测量光在闭合的路径中环绕导
线。在此情况中，旋转角非常近似地与待测电流的幅值成正比。法拉第探测
20 装置可以为环绕导线的实心玻璃环结构或者也可以是环绕导线的至少有一匝
的光导纤维线圈。

与传统的电感式电流互感器相比，这种磁光测量装置和测量方法的优点是
电位分隔并且对电磁干扰不敏感。但在采用磁光电流互感器时机械振动对
探测装置和光馈线的影响将会导致测得的是虚假的强度变化，以及尤其是探
测装置中的温度变化的影响都会带来问题。

25 为减少振动对测量的影响，由法拉第探测装置发送两个相互逆向的，即
方向相反的光信号已为公众所知。这个已公开的技术措施基于这样的构思，
即通过相应的信号处理可以把作为可逆效应的由于振动造成的两个光信号在
其共同光路上受到的线性双折射与非可逆的法拉第效应区分开。

在第一个已知的实施形式中，由作为法拉第探测装置的光纤线圈发送两
30 个相互逆向的、直线偏振光信号，该光纤线圈环绕电流导线。光纤线圈的光
纤是机械对绞光纤(对扭光纤)或带有高的线性双折射的拉伸对绞的光纤。光

纤除了法拉第效应外，还具有高于法拉第效应的圆偏振双折射。两个光信号中的每一个在穿过探测装置后被一偏振分光器分解成两个相互垂直偏振的分量。信号处理件用总共四个光分量产生出电流导线中电流的测量信号，该测量信号基本与法拉第测量角同光纤的圆偏振双折射的商相符并因而与光纤中的线性双折射无关。采用此方法获得的测量信号虽然很大程度上与温度造成的探测装置内的线性双折射无关，但由于光纤的圆偏振双折射与温度的关系，故测量信号仍受温度的影响。在该已知的实施形式中，两个相互逆向的光信号仅在一共同的光路上穿过法拉第探测装置并且在离开法拉第探测装置时又被光耦合器相互分隔开(WO 92/13280)。

10 在另外的两个已知实施形式中，两个光信号以相互反向旋绕方式穿过由第一光导纤维、第一偏振器、法拉第探测装置、第二偏振器和第二光导纤维构成的光串联线路。两个光信号在穿过光串联线路后被相应的光电转换器分别转换成一电强度信号。

在第一个 US 4916387 中已载的实施形式中，有一个作为法拉第探测装置的实心玻璃环，该玻璃环环绕电流导线。两个偏振器的偏振轴以相互夹角 45° 偏转。为补偿光纤馈线中不希望出现的强度变化，在 US 4916387 中记载的该测量系统的前提条件是，不希望出现的强度变化(噪声)和由于法拉第效应产生的强度变化与两个电强度信号中的不同的正负号叠加并因此可以相互分隔开。但经过更为精确的物理观测得出的结论是，传输两个光信号的两根光导纤维的机械移动基本起着两个光信号的光强度的瞬时变化的衰减因素的作用。在 US 4916387 中就如何对这些不同的衰减因素进行补偿并未说明。

20 在光波技术杂志，第12卷，第10期，1994年10月，1882至1890页记载的第二个实施形式中，备有一作为法拉第探测装置由单模光纤构成的双折射低的光纤线圈。两个偏振器的偏振轴相互形成一大于 0° 的各种偏振器角，该角度优选为 45° 。唯一一个光源的光被分成两个光信号，并且这两个光信号分别通过一光耦合器输入配属的光导纤维中。由两个电强度信号，该电强度信号与所配属的光信号穿过串联线路后的光强度相符，推导出一测量信号，该测量信号与两个强度信号的差与和的商相符。因此基本可以对两根光导纤维中的衰减因素加以补偿。当然在将两个光信号输入串联线路中时必须将其光强度调整到完全相同。

30 在 US 4916387 或光波技术杂志，第12卷，第10期，1994年10月，

1882 至 1890 页中对温度作用于测量信号影响的补偿并未加以说明。确切地说，作为探测装置采用了热敏光纤线圈。但制作这种光纤线圈相应较为困难。

本发明的目的在于提出一种测量磁场的，尤其是通过对磁场的测量测量电流的测量方法和测量装置，其中可以实际消除两个相互逆向的光信号的光传输线路上的强度变化和温度变化的影响。

本发明的目的通过权利要求 1 及权利要求 6 的特征得以实现，两个光信号相互反向环绕地穿过由第一光传输线路、第一偏振器、法拉第探测装置、第二偏振器和第二光传输线路构成的光串联线路。作为磁场的测量信号由计算机器件求出分别穿过光传输线路的两个光信号的光强度的两个线性函数的商。该测量信号基本上与两条光传输线路上的强度变化无关，但通常仍与温度，尤其是探测装置内的温度有关。为补偿温度对测量信号的影响，这时调节第一偏振器的偏振轴(透射轴)与法拉第探测装置中的线性双折射的固有轴(主轴)的第一偏振器角 η 并且调节第二偏振器的偏振轴与探测装置的该固有轴的第二偏振器角 θ 。两个偏振器角 η 和 θ 的选择应至少近似满足

$$\cos(2\eta + 2\theta) = -2/3 \quad (1)$$

有关本发明方法和装置的有益的设计和进一步设计，请参见从属权利要求。

下面借助附图对本发明作进一步的详细说明，附图中：

图 1 为采用法拉第探测装置测量磁场或电流的测量装置，

图 2 为采用法拉第探测装置和特殊的计算机器件测量电流的测量装置，

图 3 为两个偏振器的偏振轴和探测装置中线性双折射的固有轴。

图中相同的部件用同一附图标记加以标示。

在图 1 和 2 中对法拉第探测装置用 3，对两条光传输线路用 4 和 7，对两个偏振器用 5 和 6，对光源用 10，对三个光耦合器用 11、12 及 13 并且对计算机器件用 20 加以标示。

法拉第探测装置 3 由至少具有磁光法拉第效应特性的材料构成。在至少部分穿透探测装置 3 的磁场 H 的影响下，由于法拉第效应，穿过探测装置 3 的偏振光的偏振被改变。探测装置 3 以已知的方式由一个或多个最好用玻璃制的实体，或至少一根光纤构成。

探测装置 3 具有两个光接口 3A 和 3B，从而使在接口 3A 或 3B 输入的光穿过探测装置 3 并分别在另一接口 3B 或 3A 处输出。探测装置 3 的第一个

接口 3A 通过第一偏振器 5 与第一条光传输线路 4 的端部光耦合。探测装置 3 的第二接口 3B 通过第二偏振器 6 与第二条光传输线路 7 的端部光耦合。第一条传输线路 4 的与探测装置 3 相背的另一端通过光耦合器 12 既与光耦合器 11，又与计算器件 20 进行光连接。第二条传输线路 7 的与探测装置 3 相背的另一端通过光耦合器 13 同样既与光耦合器 11，又与计算器件 20 进行光连接。光耦合器 11 与光源 10 进行光连接并把光源 10 的光 L 分成两个光信号 L1'和 L2'，这两个光信号被输送给耦合器 12 及 13 并且然后被输入到第一及第二传输线路 4 及 7 中。两个光信号 L1'和 L2'相互反向环绕穿过由第一传输线路 4，第一偏振器 5、探测装置 3、第二偏振器 6 和第二传输线路 7 构成的光串联线路并作为用 L1 及 L2 标示的光信号又由串联线路输出。光源 10 和三个光耦合器 11、12 和 13 因此构成发送两个相互逆向穿过串联线路的光信号 L1 和 L2 的器件。

对耦合器 11、12 和 13 至少部分可以由分光器替代。另外也可以用两个光源替代耦合器 11 和一个光源 10，这两个光源分别发送一个光信号 L1 或 L2。用于发送两个相互逆向穿过串联线路的光信号 L1 和 L2 的器件另外也可以由两个交替作为发送器和接收器工作的光电转换器构成，这两个光电转换器同时也起着将穿过串联线路的光信号 L1 和 L2 转换成电强度信号的作用。

第一光信号 L1'在穿过第一传输线路 4 后被第一偏振器 5 直线起偏并作为直线偏振光信号 L1'在接口 3A 处馈送入探测装置 3 中。在穿过探测装置 3 时第一直线偏振光信号 L1'的偏振平面被偏转一个取决于磁场 H 的法拉第测量角 ρ 。以所观察的光信号的传播方向为基准，正的角度值相应于数学正向旋转，即相应于逆时针方向；与此相反负的角度值相应于数学负向旋转，即相应于顺时针方向。第一光信号 L1'在其偏振平面偏转了测量角 ρ 后被输送给第二偏振器 6。第二偏振器 6 仅允许所到达的第一光信号 L1'投射在其偏振轴上的分量通过并因此对第一光信号 L1'起着检偏振器的作用。这时第一光信号 L1'被第二偏振器 6 透射的分量用 L1 标示并通过第二传输线路 7 和耦合器 13 被传送给计算器件 20。

第二光信号 L2'首先通过第二传输线路 7 并接着被第一偏振器 5 线性偏振。这时该第二直线偏振光信号 L2'在接口 3A 处输入探测装置 3 内。在穿过探测装置 3 时，第二直线偏振光信号 L2'的偏振平面偏转一个取决于磁场 H

的法拉第测量角 $-\rho$ ，该测量角由于法拉第效应的不可逆特性具有相反的符号和与第一光信号 $L1'$ 相同的量值。其偏振平面偏转测量 $-\rho$ 的第二光信号 $L2'$ 这时被输送给第二偏振器 6。第二偏振器 6 仅允许所到达的第二光信号 $L2'$ 投射到其偏振轴上的分量通过并因此对于第二光信号 $L2'$ 起着检偏振器的作用。对第二光信号 $L2'$ 被第二偏振器 6 透射的分量这时用 $L2$ 标示并通过第一传输线路 4 和耦合器 12 被传送给计算器件 20。

两个偏振器 5 和 6 的偏振轴(传输轴) $P1$ 和 $P2$ 如图 3 所示相互之间形成一夹角 α ，角 α 以光信号 $L1'$ 或 $L2'$ 的透射方向为基准，不等于 180° 或 π 的整数倍。所以两个偏振器 5 和 6 的偏振轴 $P1$ 和 $P2$ 互相不平行。

10 在一特别优选的实施形式中两个偏振器 5 和 6 的偏振轴 $P1$ 和 $P2$ 的夹角 α 至少近似等于 $+45^\circ$ 或 -45° 更确切地说 $+\pi/4$ 或 $-\pi/4$ 。这时， $H=0$ 时的工作点在一个具有最佳线性和测量灵敏度的范围内受调节。

在输入串联线路前通常接预给定的固定的相互的比例调整两个光信号 $L1'$ 和 $L2'$ 的光强度 $I1'$ 和 $I2'$ 。两个光强度最好相等，即 $I1'=I2'$ 。在所述实施形式中，在耦合器 11 之后将光源 10 的光 L 以耦合比例 50%：50% 分成两个相等的部分。

两个光信号 $L1'$ 或 $L1$ 和 $L2'$ 或 $L2$ 在穿过两条传输线路 4 和 7 时分别经历相同的强度变化，该强度变化尤其是因机械振动造成的衰减损耗引起的。该强度变化主要以衰减系数的方式进入光强度 $I1$ 和 $I2$ 。一条光传输线路的实数的、一般与时间有关的衰减系数的定义是到达光传输线路一端的光的强度与输入传输线路另一端的光的输入强度的比。假若 A 为第一传输线路 4 的实数衰减系数并且 B 为第二传输线路 7 的衰减系数。则对穿过光串联线路的两个光信号 $L1$ 和 $L2$ 的光强度 $I1$ 和 $I2$ 下述关系通式适用：

$$I1 = I0 \cdot A \cdot B \cdot \cos^2(\rho + \alpha) \quad (2)$$

$$25 \quad I2 = K \cdot I0 \cdot B \cdot A \cdot \cos^2(\rho - \alpha) \quad (3).$$

$I0$ 是预给定固定的输出强度。 K 是耦合系数，该耦合系数在所述实施形式中由耦合器 11、12 和 13 的耦合比得出。当所有的耦合器 11、12 和 13 的耦合比分别为 50%：50% 时， $K=1$ 。在式(2)和(3)中的 \cos^2 一项表明光强度 $I1$ 及 $I2$ 在两个偏振器 5 和 6 的两个偏振轴的预定夹角为 α 时与法拉第测量角 ρ 的关系。式(2)和(3)的两个光强度 $I1$ 和 $I2$ 的表达式中的 \cos^2 一项前的系数仅在耦合系数 K 中有所区别。

传输线路 4 和 7 的衰减系数 A 和 B 这时被消去, 其中计算器件(20)根据两个光强度 I1 和 I2 的带有实数系数 a、b、c、d 和 e 的两个线性函数 $a \cdot I1 + b \cdot I2 + c$ 和 $d \cdot I1 + e \cdot I2 + f$ 推导出作为测量场 H 的测量信号 M 的结构式的商信号

5
$$M = (a \cdot I1 + b \cdot I2 + c) / (d \cdot I1 + e \cdot I2 + f) \quad (4).$$

其中至少系数 a 和 e 或系数 b 和 d 不等于零。

式(4)的该测量信号 M 与尤其是因振动造成的传输线路 4 或 7 中的强度变化实际上无关。因此在所有的实施形式中也可以采用简单的、价格较为低廉的通信光纤(多模光纤)作传输线路 4 和 7, 这是因为在测量信号 M 中相对高的衰减和振动敏感度会得到补偿。但作为传输线路 4 和 7 也可以采用其它的光纤导线或自由辐射装置。

式(4)中分子和分母的线性函数的系数 a、b、c、d、e 和 f 尤其可以与两个光信号输入串联线路时的不同的输入强度适配。系数 a、b、c、d、e 和 f 最好与根据式(2)和(3)确定的光强度 I1 和 I2 相适配, 从而不需要对探测装置 3 中的线性双折射效应加以考虑即可以得出测量信号

15
$$M \sim \sin(2 \rho) \quad (5),$$

该测量信号主要与双倍法拉第测量角 ρ 的正弦成比例。最好对式(4)的商的分母中线性函数 $d \cdot I1 + e \cdot I2 + f$ 的系数 d、e 和 f 进行调整, 使线性函数 $d \cdot I1 + e \cdot I2 + f$ 实际不变并因而与磁场 H 无关。

20 在一特殊的实施形式中, 由两个光强度 I1 和 I2 求出的商

$$M = I1/I2 = \cos^2(\rho + \alpha) / (K \cdot \cos^2(\rho - \alpha)) \quad (6a)$$

或

$$M = I2/I1 = (K \cdot \cos^2(\rho - \alpha)) / \cos^2(\rho + \alpha) \quad (6b)$$

作为测量信号。当选用系数 $a = e = 1$ 和 $b = c = d = f = 0$ 或 $a = c = e = f = 0$ 和 $b = d = 1$ 时, 由式(4)的通用商得出式(6a)或(6b)的商。该测量信号 M 以较为复杂、但明显的方式取决于测量角并因此取决于测量场 H。

尤其是在两个光信号 L1' 和 L2' 的输入强度 I1' 和 I2' 至少接近相等时, 在一有益的实施形式中, 也可以采用由穿过串联线路后的两个光强度 I1 和 I2 的差 $I1 - I2$ (或 $I2 - I1$) 与和 $I1 + I2$ 的商

30
$$M = (I1 - I2) / (I1 + I2) \quad (7)$$

作为测量信号。当在探测装置 3 中未出现线性双折射效应时, 该测量信号 M

又与 $\sin(2\rho)$ 成比例。

计算器件 20 可以以各种方式根据两个相互逆向的光信号 L1 和 L2 的两个光强度 I1 和 I2 推导出消除了传输线路 4 和 7 的衰减系数 A 和 B 的测量信号。通常两个信号 L1 和 L2 被计算器件 20 首先被分别光电转换成电强度信号。该电强度信号是某光信号 L1 或 L2 的光强度 I1 或 I2 的直接量度。根据这两个电强度信号，利用数值表或者也可以用计算机确定出测量信号 M。为此，计算器件 20 含有相应的模拟的或数字的元件。

在一图中未示出的实施形式中，两个电强度信号首先利用一模/数转换器被数字化并且该数字化的信号由微处理机或数字信号处理器根据式(4)、(6a)、(6b)或(7)中的一个继续进行处理。

尤其在计算机依照式(4)、(6a)、(6b)或(7)推算作为两个光强度 I1 和 I2 的预定函数 $M(I1, I2)$ 的测量信号 M 时，也可以采用模拟元件，一般模拟元件的运算速度要高于数字元件。

在图 2 中示出一个测量装置实施形式，该实施形式具有带模拟元件的计算器件 20。计算器件 20 在该实施形式中含有两个光电转换器 21 和 22、一个减法器 23、一个加法器 24 和一个除法器 25。第一转换器 21 与耦合器 13 光连接并且把穿过串联线路的第一光信号 L1 转换成第一电强度信号 S1，其信号强度与第一光信号 L1 的光强度 I1 相符。第二转换器 22 与耦合器 12 光连接并且把穿过串联线路的第二光信号 L2 转换成作为第二光信号 L2 的光强度 I2 量度的第二电强度信号 S2。两个电强度信号 S1 和 S2 分别输送给减法器 23 和加法器 24 的输入端。在减法器 23 输出端的差信号 $S1 - S2$ (或 $S2 - S1$) 和在加法器 24 输出端的和信号 $S1 + S2$ 被分别输送给除法器 25 的输入端。除法器的输出信号 $(S1 - S2)/(S1 + S2)$ 将作为测量信号 M 并加到计算器件 20 的输出端上。该测量信号 M 与式(7)相符。

利用图中未示出的实施形式中的模拟元件可以简单地通过如下方式获得满足公式(4)的测量信号 M，在减法器 23 和加法器 24 的输入端前分别附加连接一个放大器并且该放大器的放大系数与式(4)中两个线性函数的相应的系数 a、负 b 时的 -b、d 和 e 相匹配以及备有将系数 c 根据式(4)中的分子加入减法器 23 的输出信号中和将系数 f 根据式(4)中的分母加入加法器 24 输出端上的输出信号中的另外的加法器。另两个加法器的输出信号然后被输送给除法器 25 的输入端。当 b 是正的时，最好用另一个加法器替代减法器 23。

通过根据式(4)形成的测量信号M中系数a、b、c、d、e和f的适配,尤其可以对两个光电转换器21和22的不同的灵敏度进行补偿。

图2的测量装置最好用于测量在至少一根电线2上的电流。法拉第探测装置3检测由该电流I感应产生的磁场H并将两个光信号L1'和L2'的偏振平面偏转一个由磁场H并因此由电流I决定的测量角 ρ 或 $-\rho$ 。在图2中所示的特别有益的実施形式中,探测装置3环绕电线2,因而两个光信号L1'和L2'在一条实际闭合的光径上环围电流I。在此情况时,测量角 ρ 与电流I直接成比例。探测装置3可以是带有对两个光信号L1'和L2'导向的内反射面的实心玻璃环或以其它已知方式实现的结构。计算器件20根据穿过串联线路的两个光信号L1和L2的光强度I1和I2推导出电流I的测量信号M,该测量信号与在两条传输线路4和7上的强度变化是完全无关的。

根据所述的一种测量方法或所述的一种测量装置对磁场H或电流I进行测量时,探测装置3中的温度影响将是个问题。该温度影响将导致一作为探测装置3中温度T函数 $\delta(T)$ 的线性双折射 δ ,该双折射将会造成对磁场H或电流I的测量差错。另外温度变化也会改变费尔德常数和随之的测量灵敏度。

通过采取下面所述进行温度补偿的措施基本可以消除温度对该测量信号的影响。调节第一偏振器5的偏振轴P1与探测装置3中线性双折射 δ 的固有轴(主轴、光轴)EA所夹的偏振器角 η ,并且调节第二偏振器6的偏振轴P2与探测装置3中线性双折射 δ 的固有轴EA所夹的第二偏振器角 θ (见图3)。两个偏振器角 η 和 θ 至少根据所述公式

$$\cos(2\eta + 2\theta) = -2/3 \quad (1)$$

近似确定出。

线性双折射 δ 的固有轴由某偏振方向加以确定,在该方向上输入探测装置3的偏振光实际上未有任何变化地又离开探测装置。如果与此相反输入探测装置3的是带有不平行于探测装置3固有轴的偏振平面的直线偏振光,则在穿过探测装置3时由于线性双折射 δ 光被椭圆偏振。可以以已知方式确定通常相互正交的线性双折射 δ 的两个固有轴。例如探测装置3可以设置在两个偏振器,例如偏振器5,和一检偏振器,例如偏振器6,之间。两个偏振器的偏振轴相互垂直。在一个实施形式中偏振器和检偏振器的两个偏振轴对应于探测装置3的基准轴线同向偏转,直至由检偏振器透射的光的强度等于零

(最大消光)为止。此时,固有轴平行于偏振器和检偏振器的两个偏振轴。另外在另一实施形式中两个偏振轴也可以对应于探测装置 3 的基准轴同向偏转,直至由检偏振器透射的光的强度最大为止(最小消光)。在此情况时,由探测装置 3 输出的光圆偏振。此时,线性双折射 δ 的固有轴对应于检偏振器的偏振轴偏移 45° 或 -45° 。

与精确的满足式(1)的两个偏振器角 η 和 θ 的角值稍有偏差是可能的,尤其在探测装置 3 中的线性和/或圆双折射高时,通常该偏差可以达到约 5° 。由关系式(1)尤其得出,两个偏振器 5 和 6 的偏振轴 P1 和 P2 不平行于探测装置 3 中的线性双折射 δ 的固有轴 EA。

10 视作为基准系统选定的是第一光信号 L1' 的或第二光信号 L2' 的穿过方向并考虑到两个偏振器角 η 和 θ 与数学旋转方向相符的符号,两个偏振器 5 和 6 的两个偏振轴的夹角 α 等于差 $\eta - \theta$ 或 $\theta - \eta$ 。差角 α 的优选调整应至少近似满足关系式

$$\sin(2\alpha) = \sin(\pm 2(\eta - \theta)) = \pm 1 \quad (8).$$

15 满足式(8)的偏振器角 η 和 θ 与所述实施形式相符,在该实施形式中差角 α 被调整到其优选值 $+45^\circ$ 或 -45° 。例如如图 3 所示,可以选择 $\eta = 10.45^\circ$ 和 $\theta = 55.45^\circ$ 作为同时满足两个式(1)和(8)的两个偏振器角 η 和 θ 的角值。

20 用至少近似根据式(1)调节的偏振器角 η 和 θ 求出的测量信号 M 这时甚至在探测装置 3 中温度发生变化时,也基本等于在根据式(4)或(7)推导出的测量信号 M 的,即根据(5)与 $\sin(2\rho)$ 成比例的量值的情况下的无线性双折射 δ 的测量信号。

25 在一特殊的实施形式中,可以以简单的方式调整两个偏振器 5 及 6 的两个根据式(1)最佳的偏振器角 η 和 θ ,在校准测量时对测量信号 M 根据其温度的关系与无线性双折射时所期待的额定值,尤其是与根据关系式(5)在两个作为参数的预给定的偏振器角 η 和 θ 的情况下的额定值进行比较并且调整变化两个偏振器角 η 和 θ ,直至实际测量信号 M 与实际与温度无关的额定值一致为止。

30 通过调整偏振器角 η 和 θ 进行温度补偿的优点在于,测量磁场 H 或电流 I 的频带宽度。也就是说,由于采取了温度补偿措施基本使待测磁场 H 或电流 I 的频谱不会受到限制。

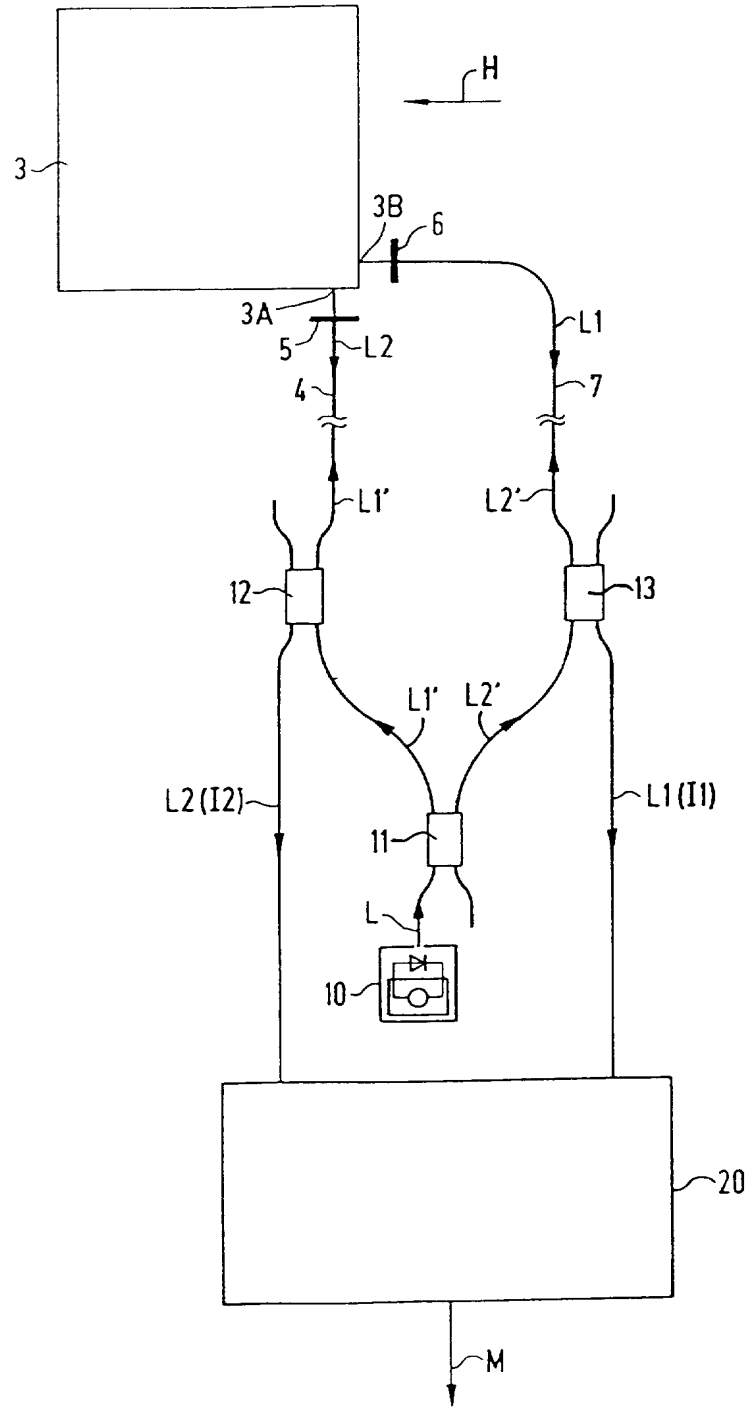


图 1

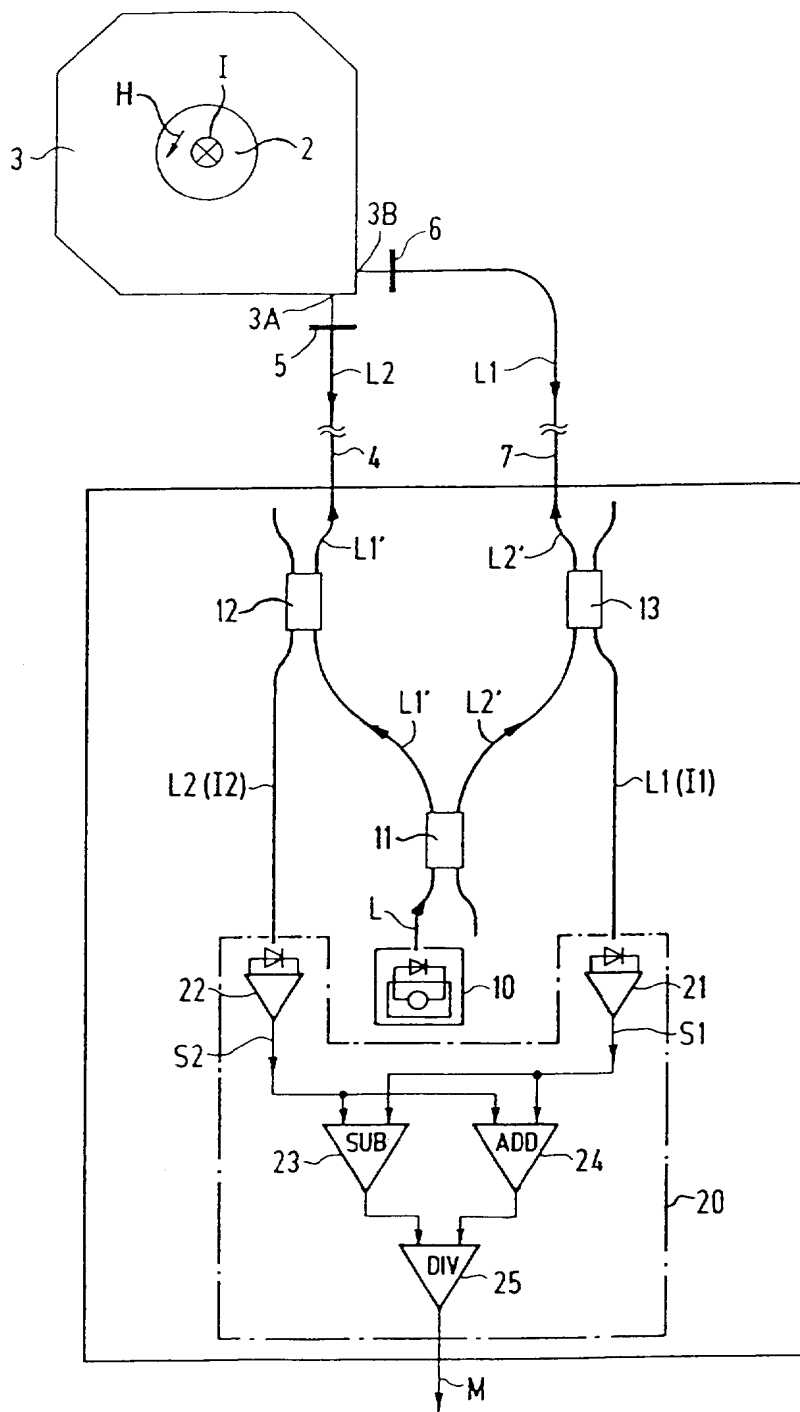


图 2

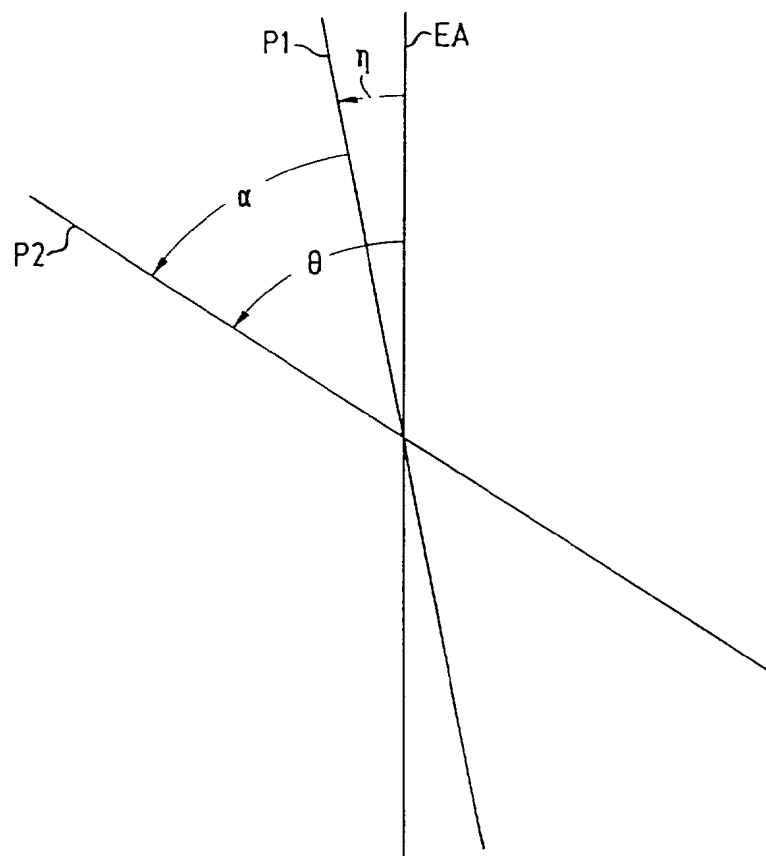


图 3